



① **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 21 472 A 1**

⑪ Aktenzeichen: 199 21 472.7
⑫ Anmeldetag: 8. 5. 1999
⑬ Offenlegungstag: 16. 11. 2000

⑥ Int. Cl.⁷:
C 08 K 3/20

C 08 K 3/34
C 08 L 23/02
C 08 L 69/00
C 08 L 25/08
C 08 L 33/04
C 08 L 27/06
C 08 L 27/08
C 08 L 67/00
C 08 L 75/04
C 09 K 21/02

DE 199 21 472 A 1

⑦ Anmelder:
Süd-Chemie AG, 80333 München, DE; Kabelwerk
Eupen AG, Eupen, BE

⑭ Vertreter:
PAe Splanemann Reitzner Baronetzky Westendorf,
80469 München

⑦ Erfinder:
Schall, Norbert, Dr., 85659 Forstern, DE; Engelhardt,
Thomas, Dr., 85354 Freising, DE;
Simmler-Hübenthal, Hubert, 85368 Moosburg, DE;
Beyer, Günter, Dr., Eupen, BE

⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 38 06 548 C2
DE 197 48 382 A1
DE 196 42 491 A1
DE 196 40 017 A1
DE 196 37 368 A1
EP 08 85 920 A1
EP 08 46 661 A2
EP 05 89 461 A1

Derwents Abstracts:
Ref. 87-337800/48 zu JP 6 2241-879-A;
Ref. 87-309175/44 zu JP 6 2123-080-A;
Ref. 88-254402/36 zu JP 6 3185-871-A;
Ref. 86-287893/44 zu JP 6 1209-971-A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑭ Flammgeschützte Polymerzusammensetzung
⑮ Beschrieben wird eine flammgeschützte, im wesentlichen halogenfreie thermoplastische oder vernetzbare Polymerzusammensetzung, enthaltend:
a) 100 Gew.-Teile eines thermoplastischen oder vernetzbaren Polymers;
b) 10 bis 200 Gew.-Teile Magnesium-, Calcium-, Zink- und/oder Aluminiumhydroxid und/oder deren Doppelhydroxide;
c) 1 bis 50 Gew.-Teile eines organisch interkalierten Schichtsilicats.

DE 199 21 472 A 1

Beschreibung

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, sind die meisten Polymerwerkstoffe brennbar. Für viele Anwendungen in der Bau-, Möbel-, Fahrzeug- oder Elektronikindustrie ist es deshalb notwendig, polymere Werkstoffe feuerhemmend auszurüsten. Um den entsprechenden Zulassungen bzw. Normprüfungen zu genügen, werden Kunststoffen als Flammenschutzmittel in großem Umfang z. B. halogen- oder phosphororganische Verbindungen zugesetzt (G. Gechta, H. Müller, Plastics Additives Handbook, Hanser Publishers 1993, Seiten 708-725).

Die an sich nicht toxischen halogenorganischen Verbindungen können im Brandfall gesundheitsbedenkliche und korrosive Pyrolysebestandteile freisetzen. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, diese kritisch beurteilten organischen Flammenschutzmittel durch andere organische Flammenschutzmittel wie Melamin oder durch anorganische Flammenschutzmittel zu ersetzen. So werden u. a. Antimonoxid, roter Phosphor, Ammoniumpolyphosphat, und anorganische Borverbindungen als Flammenschutzadditive in polymeren Werkstoffen allein oder in Kombination eingesetzt.

Als völlig untoxische und nichtkorrosive Flammenschutzmittel werden in zunehmendem Maße Hydroxide von 2- und 3-wertigen Metallen eingesetzt. Besondere Bedeutung haben dabei Aluminium- und Magnesiumhydroxid erlangt (G. Kirschbaum Kunststoffe, 79, 1989, Seiten 1205-1208 und R. Schmidt, Kunststoffe 88, 1998, Seiten 2058-2061). Beide Hydroxide setzen im Temperaturbereich zwischen 200-400°C Wasser frei, welches durch die Verdampfung Energie aufnimmt und somit zu einer Kühlung des polymeren Werkstoffs führt. Darüber hinaus wird die Rauchdichte reduziert.

Als Nachteil dieser hydroxidischen Flammenschutzmittel ist die sehr hohe Dosierung zu nennen, die notwendig ist, um Polymerwerkstoffe soweit flammgeschützt auszurüsten, daß die entsprechenden Brandprüfungen bestanden werden. Durch den hohen Füllgrad verschlechtern sich die Extrusions- und mechanischen Eigenschaften aber in hohem Maße. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, die Einsatzmenge dieser hydroxidischen Flammenschutzmittel durch Kombination mit weiteren organischen bzw. anorganischen Flammenschutzmitteln zu reduzieren.

So beschreiben beispielsweise die JP 63 273,693-A, JP 63 030,588-A, JP 62 101 644-A; sowie die EP 333514-A, beispielhaft flammgeschützte Polymerwerkstoffe und Beschichtungen, die Metallhydroxide als Flammenschutzadditive und Tonmineralien, wie Kaolin, Glimmer, Vermiculit oder Bentonit bzw. Montmorillonit, als Füllstoff enthalten.

Die JP 55 112 248-A beschreibt flammgeschützte Polyolefinwerkstoffe für Kabelisolierungen, die Aluminiumhydroxid, Zinkborat, Calciumcarbonat, Talkum und Bentonit in einer Teilchengröße von 0,01 bis 30 µm enthalten.

Die JP 62 181 144 beschreibt flammgeschützte Polyester-, Polypropylen- und Polyvinylfluoridfolien, die phosphor-, stickstoff- oder halogenhaltige Flammenschutzmittel enthalten und mit einer Mischung im Wasser quellfähigen Schichtsilicaten wie Montmorillonit, Vermiculit, oder Hectorit mit Silanen als Kupplungsmittel beschichtet sind.

Es sind auch Versuche bekannt, den Flammenschutz durch Zusatz von organisch interkalierten Bentoniten bzw. Montmorilloniten zu verbessern. So beschreiben J.W. Gilman und J.D. Lichtenhan (SAMPE Journal, Vol. 33, 1997, Nr. 4, Seiten 40-46) sogenannte Kunststoff-Nanocomposite auf der Basis von Polyamid-6. Diese Werkstoffe bestehen aus einer Polyamid-6-Matrix, in der Montmorillonit-Partikel dispergiert sind, die zuvor mit Aminododecansäure interkaliert wurden. So führt ein Zusatz zwischen 2 und 5% dieser Nanocomposit-Füllstoffe zu einer Reduktion des "Peak-of-Heat-Release" (HRR) um bis zu 63%.

Da mit organisch interkalierten Schichtsilicat-Füllstoffen als alleinigem Flammenschutzzusatz kein ausreichender Flammenschutz gewährleistet werden kann, wurden auch Versuche beschrieben, organisch interkalierte Tonmineralien mit anderen Flammenschutzmitteln zu kombinieren.

Die EP 239 986-A beschreibt eine nichttropfende, flammgeschützte thermoplastische Copolyester-Zusammensetzung, die 5 bis 35% eines Flammenschutzmittelgemischs enthält. Dieses Gemisch enthält eine brom- oder chlorhaltige Verbindung mit mindestens 50% Br oder Cl, 0,2 bis 1,5 Gew.-Teile Antimonoxid je Gew.-Teil der brom- oder chlorhaltigen Verbindung, sowie mindestens 1 Gew.-Teil eines quaternisierten Bentonits als Anti-Abtropfmittel, 5 bis 100 Gew.-Teile Aluminiumhydroxid und bis zu 100 Gew.-Teile Calciumcarbonat, jeweils bezogen auf 100 Gew.-Teile Copolyester. Der Zusatz von Aluminiumhydroxid bzw. Calciumcarbonat soll die Rauchdichte reduzieren und die Krustenbildung erhöhen.

Die US-A5 773 502 beschreibt ein nichttropfendes, flammgeschütztes thermoplastisches Polyestermaterial, welches die folgenden Flammenschutzzusätze enthält: 5 bis 20 Gew.-% halogenhaltiges organisches Flammenschutzmittel, 1 bis 5 Gew.-% Antimonoxid, 0,25 bis 5 Gew.-% eines organophilen Tons und 0,02 bis 2 Gew.-% eines fluorhaltigen Polymeres.

Die GB-A 1 14 174 beschreibt eine Polymerzusammensetzung, welche neben dem Basispolymer (Polyamid, Polystyrol oder Polyolefin) 0,5 bis 50 Gew.-% eines Flammenschutzmittels und bis zu 10 Gew.-% eines mit organischen Kationen modifizierten Bentonits enthält. Als Flammenschutzmittel werden neben halogenierten organischen Verbindungen Phosphorsäureester, Antimontrioxid oder Arsentrioxid verwendet. Die Verwendung von Magnesium-, Calcium- oder Aluminiumhydroxid als Flammenschutzmittel ist nicht beschrieben.

Die EP 132 228-A beschreibt flammwidrig verstärkte Polyesterformmassen mit 3 bis 50 Gew.-% Verstärkungsfüllstoff (bevorzugt Glasfasern) 5 bis 30 Gew.-% eines flammenhemmenden Zusatzes, 0,2 bis 4 Gew.-% eines ggf. organisch modifizierten Schichtsilicates als Anti-Abtropfmittel, und 0,05 bis 2 Gew.-% eines Alkalimetallsalzes einer Monocarbon säure mit 6 bis 22 C-Atomen.

Als Anti-Abtropfmittel werden bevorzugt quaternisierte Bentonite, wie Bentone® 27, 34, 38, eingesetzt. Geeignete flammhemmende Zusätze sind bevorzugt organische Halogenverbindungen allein oder in Kombination mit Antimontrioxid. Es fehlt jeder Hinweis auf die Verwendung von Hydroxiden als Flammenschutzadditiven.

Allen zuvor beschriebenen Mischungen aus organisch modifiziertem Schichtsilicat und weiteren Flammenschutzadditiven ist gemeinsam, daß diese Mischungen mehr oder weniger toxische und/oder im Brandfall korrosive Bestandteile enthalten.

Aus der EP 0 893 469-A sind flammgeschützte, halogenfreie Polymerzusammensetzungen bekannt, die ein Gemisch aus verschiedenen Polymeren oder Copolymeren und einem anorganischen Füllstoff, wie Aluminiumtrihydrat oder Magnesiumhydroxid, enthalten.

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, daß es zu einem synergistischen Flammschutzeffekt in flammgeschütz-

ten thermoplastischen Polymermischungen kommt, die neben Metallhydroxiden, organisch interkalierten Schichtsilicaten und ggf. weiteren anorganischen Flammenschutzmitteln im wesentlichen keine weiteren halogen- oder phosphororganischen Flammenschutzmittel enthalten.

Gegenstand der Erfindung ist somit eine flammgeschützte, im wesentlichen halogenfreie thermoplastische oder vernetzbare Polymerzusammensetzung, enthaltend:

- a) 100 Gew.-Teile eines thermoplastischen oder vernetzbaren bzw. vernetzten Polymers;
- b) 10 bis 200 Gew.-Teile Magnesium-, Calcium-, Zink- und/oder Aluminiumhydroxid und/oder deren Doppelhydroxide;
- c) 1 bis 50 Gew.-Teile eines organisch interkalierten Schichtsilicats.

Vorzugsweise ist der Schichtabstand des organisch interkalierten Schichtsilicats im Polymer um mindestens 10% größer als der des Ausgangs-Schichtsilicats.

Entwicklungsziel war es dabei, flammgeschützte Polymerzusammensetzungen bereitzustellen, bei denen auf die Verwendung von organischen Halogenverbindungen bzw. organischen Phosphorsäureverbindungen verzichtet werden kann, da derartige Substanzen im Brandfall toxische und/oder korrosive Gase freisetzen.

Unter "im wesentlichen halogenfrei" versteht man erfindungsgemäß thermoplastische Polymerzusammensetzungen, deren Halogengehalt (bezogen auf die niedermolekularen Halogenverbindungen) unter 5 Gew.-%, vorzugsweise unter 2 Gew.-% liegt.

Durch die Weglassung der organischen Halogenverbindungen wird überraschenderweise eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften und der Krustenbildung (charring) erzielt.

Der erfindungsgemäße Effekt beruht wahrscheinlich darauf, daß der röntgenographisch bestimmte Schichtabstand des organisch interkalierten Schichtsilicats durch den Einbau der Polymermoleküle erweitert wird, und daß die organischen Halogenverbindungen an den Schichtsilicaten gebunden werden, so daß sie im Brandfall nicht mehr als Radikalfänger in der Gasphase wirken können und die bei der Verbrennung ablaufenden Radikalkettenreaktionen ungestört ablaufen können. Der Zusatz des organisch interkalierten Schichtsilicats ohne die gleichzeitige Verwendung einer organischen Halogenverbindung bewirkt eine bedeutende Verbesserung der mechanischen Eigenschaften bei vergleichbaren Flamm- schutzeigenschaften, desgleichen auch eine Verbesserung der Krustenbildung.

Die erfindungsgemäß verwendeten Hydroxide bzw. Doppelhydroxide des Magnesiums, Calciums, Zinks und/oder Aluminiums setzen im Brandfall ausschließlich Wasser frei und bilden daher keine toxischen oder korrosiven Rauchgasprodukte. Darüberhinaus sind diese Hydroxide in der Lage, die Rauchgasdichte im Brandfall zu reduzieren.

Das erfindungsgemäß verwendete Polymer (a) ist vorzugsweise ausgewählt aus Polyamiden, Polyethylenen, Polypropylenen, Polycarbonaten, Polystyrolen, Polymethacrylaten, Polymethylacrylaten, Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid, thermoplastischen Polyestern, thermoplastischen Elastomeren, wie thermoplastischen Polyurethanen; Co- oder Terpolymeren sowie gepfropften Polymeren daraus; und deren Abmischungen.

Um die für die verschiedenen Anwendungen notwendige Flammfestausrüstung zu erreichen, beträgt der Anteil der Hydroxide (b) vorzugsweise etwa 30 bis 80 Gew.-%. Bei höheren Füllgraden verschlechtern sich die mechanischen Eigenschaften der entsprechenden Polymerwerkstoffe in einer nicht akzeptablen Weise. So gehen insbesondere die für die Kabelisolierung wichtige Zugfestigkeit und Reißdehnung auf ein nicht akzeptables Maß zurück.

Überraschenderweise wurde aber gefunden, daß die Zugabemenge der Flammenschutzhydroxide (b) ganz erheblich reduziert werden kann, wenn als weitere Flammenschutzadditive organisch interkalierte Schichtsilicate (c) in die Polymermischungen eingearbeitet werden. Es zeigt sich ein synergistischer Effekt zwischen diesen organisch interkalierten Schichtsilicaten und den Flammenschutzhydroxiden. So kann beispielsweise durch den Zusatz von 5 Gew.-% des organisch interkalierten Schichtsilicats der Aluminiumhydroxidanteil um 15% reduziert werden, wodurch es bei verbessertem Flammenschutz zu einer höheren Reißdehnung und einer reduzierten Verarbeitungsviskosität kommt.

Die Metallhydroxide (b) haben vorzugsweise eine spezifische Oberfläche von 3 bis 150 m²/g, insbesondere von etwa 3 bis 50 m²/g, und eine mittlere Teilchengröße von etwa 1 bis 20 µm, vorzugsweise von etwa 1 bis 10 µm.

Die Metallhydroxide (b) können an der Oberfläche modifiziert, vorzugsweise hydrophobiert sein, z. B. mit Hilfe von Silanen.

Als Ausgangsmaterialien für die organisch interkalierten Schichtsilicate (c) werden vorzugsweise quellfähige Smectite, wie Montmorillonit, Hectorit, Saponit oder Beidellit, eingesetzt.

Die organisch interkalierten Schichtsilicate haben einen Schichtabstand von etwa 1,5 bis 4 nm. Vorzugsweise sind diese Schichtsilicate mit quaternären Ammoniumverbindungen, protonierten Aminen, organischen Phosphoniumionen und/oder Aminocarbonsäuren interkaliert.

Vorzugsweise können etwa > 0 bis 100 Gew.-Teile weiterer halogenfreier Flammenschutzadditive, wie Antimonoxid, roter Phosphor, Zinksulphid, Melaminderivate und/oder anorganische Borverbindungen zugesetzt werden.

Die Erfindung ist durch die nachstehend angegebenen Beispiele erläutert.

Beispiele 1 bis 8

1. Verwendete Ausgangsmaterialien

Polymer:

4 Gew.-Teile Polyethylen mit niedriger Dichte (Escorene® LLN 1001 XV von Exxon) + 1 Gew.-Teil Ethylvinylacetat-Copolymer (EVA Escorene® UL 00328 von Exxon)

Organisch interkaliertes

Schichtsilicat: (Herst. nachst. beschrieben)

Aluminiumhydroxid: Martinal® OL 104LE (Martinswerk)

DE 199 21 472 A 1

TABELLE I

Beispiel	1	2	3	4	5	6	7	8
Polymer	100,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	100,00
Al(OH) ₃		55,00	55,00	40,00	40,00			
Mg(OH) ₂						55,00	55,00	
org. interkal. Schichtsilicat	5,00		5,00		5,00		5,00	
PHR (KW/m ²)	488	202	105	302	189	191	85	1215
Ti (s)	72	128	174	124	175	212	287	32
ASSEA (m ² /kg)		3150	1600	3900	1810	3700	1850	
LOI	21	32	34	27	29	36	39	19
ZF (MPa)	19	15	14	13,5	13	14	13	20
RD (%)	650	250	240	320	300	220	200	680
MFI (g/10 min)	4,0	2,2	2,0	2,8	2,6	2,0	1,9	4,0

PHR Peak of heat release
 Ti Time to ignition
 ASSEA Average Specific Smoke Extinction Area

 ZF Zugfestigkeit
 RD Reißdehnung
 MFI Volumenfließindex (melt flow index)
 bei 150°C mit 21,6 kg

Beispiele 9 bis 11

Es wurde nach der Arbeitsweise der Beispiele 1 bis 8 gearbeitet, mit der Abweichung, daß die Polymermischung nach diesen Beispielen zusammen mit bis-(tert.-Butylperoxyisopropyl)-benzol als Vernetzer (Peroxan® BIB) im Verhältnis 100 : 6 verwendet wurde.

Die Zusammensetzung und die Ergebnisse sind in Tabelle II angegeben. Die Vergleichsbeispiele 9 und 10 zeigen gegenüber dem erfindungsgemäßen Beispiel 11 schlechtere PHR-, RD- und Ti-Werte, wobei die Abwesenheit von Al(OH)₃ im Vergleichsbeispiel 9 zu besonders schlechten Ergebnissen führt.

TABELLE II

(Vernetzte Mischung)

5	Beispiel	9	10	11
	Polymer	100,00	45,00	45,00
	Al(OH) ₃		55,00	55,00
10	org. interkal. Schichtsilicat	5,00		5,00
	PHR (KW/m ²)	450	190	98
15	Ti (s)	70	121	165
	ASSEA (m ² /kg)		3030	1580
	LOI	21	32	34
20	ZF (MPa)	20	17	15
	RD (%)	480	190	160

25

Beispiele 12 bis 19

Es wurde nach der Arbeitsweise der Beispiele 1 bis 8 gearbeitet, mit der Abweichung, daß als Polymer für die Beispiele 12 bis 15 ein Polyamid (Grilamide® L16L von EMS-Chemie) und als Polymer für die Beispiele 16 bis 19 ein Polystyrol (Vestyron® 106 von Hüls) verwendet wurde.

30

Die Zusammensetzung und die Ergebnisse sind in Tabelle III angegeben. Die Vergleichsbeispiele 12, 13, 15, 16, 17 und 19 zeigen gegenüber den erfindungsgemäßen Beispielen 14 und 18 schlechtere PHR- und Ti-Werte, wobei die Abwesenheit von Mg(OH)₂ in den Vergleichsbeispielen 12, 15, 16 und 19 zu besonders schlechten Ergebnissen führt.

TABELLE III

35

(Thermoplastische Mischung)

	Beispiel	12	13	14	15	16	17	18	19
40	Polymer	100,00	45,00	45,00	100,00	100,00	45,00	45,00	100,00
	Mg(OH) ₂		55,00	55,00			55,00	55,00	
	org. interkal. Schichtsilicat	5,00		5,00		5,00		5,00	
45	PHR (KW/m ²)	450	190	100	1060	400	180	120	1170
	Ti (s)	70	135	182	35	69	135	179	42

50

Beispiele 20 bis 24

Es wurde nach der Arbeitsweise der Beispiele 1 bis 8 gearbeitet, mit der Abweichung, daß als Polymer Polypropylen, gepfropft mit Maleinsäureanhydrid (Fusabond® MD511-D von DuPont) verwendet wurde. Weiterhin enthielten die Vergleichsbeispiele 22 und 23 als Flammenschutzmittel Decabromdiphenyloxid (Adine® 102 von Atochem) und Sb₂O₃ im Gewichtsverhältnis 1 : 3. Das erfindungsgemäße Beispiel 20 zeigte durchwegs bessere PHR- und Ti-Werte als die Vergleichsbeispiele.

55

Die Zusammensetzung und die Ergebnisse sind in Tabelle IV angegeben.

60

65

TABELLE IV

Beispiel	20	21	22	23	24
Polymer	45,00	100,00	80,00	80,00	100,00
Bromhaltiger Flammschutz			20,00	20,00	
Al (OH) ₃	40,00				
org. interkal. Schichtsilicat	5,00	5,00		5,00	
PHR (KW/m ²)	770	945	825	940	2050
Ti (s)	115	60	92	62	31

Patentansprüche

1. Flammgeschützte, im wesentlichen halogenfreie thermoplastische oder vernetzbare Polymerzusammensetzung, enthaltend:
 - a) 100 Gew.-Teile eines thermoplastischen oder vernetzbaren Polymers;
 - b) 10 bis 200 Gew.-Teile Magnesium-, Calcium-, Zink- und/oder Aluminiumhydroxid und/oder deren Doppelhydroxide;
 - c) 1 bis 50 Gew.-Teile eines organisch interkalierten Schichtsilicats.
2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schichtabstand des organisch interkalierten Schichtsilicats um mindestens 10% größer ist als der des Ausgangs-Schichtsilicats.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer (a) ausgewählt ist aus: Polyamiden, Polyethylenen, Polypropylenen, Polycarbonaten, Polystyrolen, Polymethacrylaten, Polymethylacrylaten, Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid, thermoplastischen Polyestern, thermoplastischen Elastomeren, wie thermoplastischen Polyurethanen; Co- oder Terpolymeren sowie gepfropften Polymeren daraus; und deren Abmischungen.
4. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallhydroxide (b) eine spezifische Oberfläche von etwa 3 bis 150 m²/g, vorzugsweise etwa 3 bis 50 m²/g, und eine mittlere Teilchengröße von etwa 1 bis 20 µm, vorzugsweise 1 bis 10 µm, haben.
5. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallhydroxide (b) an der Oberfläche modifiziert, vorzugsweise hydrophobiert sind.
6. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterialien für die organisch interkalierten Schichtsilicate quellfähige Smektitte, wie Montmorillonit, Hectorit, Saponit oder Beidellit eingesetzt werden.
7. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die organisch interkalierten Schichtsilicate einen Schichtabstand von etwa 1,5 bis 4 nm aufweisen.
8. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtsilicate mit quaternären Ammoniumverbindungen, protonierten Aminen, organischen Phosphoniumionen und/oder Aminocarbonsäuren interkaliert sind.
9. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, sie etwa > 1 bis 100 Gew.-Teile weiterer halogenfreier Flammenschutzadditive, wie Antimonoxid, roten Phosphor, Zinksulfid, Melaminderivate und/oder anorganische Borverbindungen enthält.